

Location of origin of measuring data for radio characteristics of cellular network

Patent Number: DE19533472
Publication date: 1997-03-13
Inventor(s): ENGEL THOMAS DIPL ING (DE); GASPARD INGO DIPL ING (DE)
Applicant(s):: DEUTSCHE TELEKOM MOBIL (DE)
Requested Patent: ☐ DE19533472
Application Number: DE19951033472 19950912
Priority Number(s): DE19951033472 19950912
IPC Classification: H04B17/00 ; H04B7/24
EC Classification: H04Q7/36P
Equivalents:

Abstract

The measured values from the interface (Abis1) are recorded with a protocol analyser (2) and stored in a memory device or a database (3), so that they can be selected by the software (4) and sorted in the measuring vector bank (5). From the operation and maintenance controller (OMC) (6) the neighbourhood list of the server base station can be determined and stored in a memory device or database (7). From the list can be obtained the location, the elevation and the land utilisation data (8, 9). From the field strength unit (10) can be deduced the prediction data (11) and the predicted reception strengths for the server and neighbouring stations (20,...), together with the vector data (12, 12). The steps in the calculation involve the determination of the transmit times for signals in the cellular network, the determination of the transmitter parameters for at least one stationary transmitting and receiving units, and the prediction of the transmitting parameter.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 33 472.8
22 Anmeldetag: 12. 9. 95
43 Offenlegungstag: 13. 3. 97

DE 195 33 472 A 1

71 Anmelder:
DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH,
53227 Bonn, DE

72 Erfinder:
Engel, Thomas, Dipl.-Ing., 53111 Bonn, DE; Gaspard,
Ingo, Dipl.-Ing., 53227 Bonn, DE

56 Entgegenhaltungen:
MATHAUER, Veit: Optimale Funkzellenplanung. In:
DE-Z. net, Jg.46 (1992), H.6, S.317-320;
HATZOLD, Peter: Versorgungsmessungen in
digitalen Mobilfunknetzen. In: DE-Z. telecom praxis,
Jg.1995, H.4, S.39-47;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Ortszuordnung von Meßdaten ausgewählter Funkkenngößen eines zellularen Funknetzes

57 Bei einem Verfahren zur Ortszuordnung von Meßdaten ausgewählter Funkkenngößen eines zellularen Funknetzes mit mindestens mehreren ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen erfolgt die Erfassung der Meßdaten auf der netzseitigen Schnittstelle der ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen. Die Ortszuordnung der Meßdaten erfolgt mittels eines Ortsermittlungsverfahrens, das folgende Verfahrensschritte beinhaltet:

- eine Bestimmung von Signallaufzeiten in dem zellularen Funknetz,
 - eine Bestimmung von Sendeparametern mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und
 - eine Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter.
- Beansprucht wird weiter ein Verfahren zur Ortsermittlung in einem zellularen Funknetz mit mindestens mehreren ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen, das mindestens folgende Verfahrensschritte beinhaltet:
- eine Bestimmung von Signallaufzeiten in dem zellularen Funknetz,
 - eine Bestimmung von Sendeparametern mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und
 - eine Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter.

DE 195 33 472 A 1

In zellularen Funknetzen werden elementare Funktionalitäten in der Regel auf der Grundlage einer Vielzahl von Messungen der Endgeräte einerseits und der ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen andererseits gesteuert. Insbesondere in Mobilfunknetzen, vorzugsweise nach dem GSM-Standard, betrifft dies z. B. das Weiterreichen von einer zur nächsten Zelle (handover) oder die Leistungsregulierung von Endgerät und Basisstation (powercontrol). Grundlage zur Durchführung dieser Messungen sind dabei normalerweise die Luftschnittstelle sowie die netzseitige Schnittstelle der ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen. Im GSM System sind dies die standardisierte Luftschnittstelle U_m und die netzseitige Schnittstelle $Abis$, der als Sende- und Empfangseinrichtungen wirkenden Basisstationen.

Gezielte Messungen des Netzbetreibers an diesen beiden Schnittstellen erlauben Aussagen zur Performance des Netzes; Optimierungen können eingeleitet und deren Erfolg durch wiederholte Messungen dokumentiert werden.

Zur Verdeutlichung des Standes der Technik sei dieser am speziellen Beispiel eines Mobilfunknetzes mit Basis- und Mobilstationen erläutert. Die Erfindung ist jedoch nicht auf den Bereich der Mobilfunknetze beschränkt, sondern wird für alle zellularen Funknetze beansprucht:

Die an der Luftschnittstelle erhaltenen Meßergebnisse liefern Informationen zur Downlink-Senderichtung (Basisstation \rightarrow Mobilstation). Zur Durchführung von Messungen an der Luftschnittstelle werden vielfach mobile Versorgungsmeßsysteme eingesetzt, die zusätzlich eine Ortszuordnung der erhaltenen Meßwerte durch einen mitgeführten GPS (global positioning system) Empfänger ermöglichen. Die Messungen erfordern i.d.R. ein spezielles Meßfahrzeug und eigens geschultes Personal zur Bedienung. Eine Nachverarbeitung der aufgezeichneten Meßdateien ermöglicht eine kartographische Darstellung der erhaltenen Meßergebnisse. Diese mit mobilen Versorgungsmeßsystemen durchgeführten Messungen an der Luftschnittstelle erfordern einen hohen Zeit-, Material- und Personaleinsatz. Bei vertretbarem Aufwand wird nur ein kleiner Bereich des Gesamtgebietes einer Zelle oder eines zu vermessenden Teilnetzes erfaßt. Die funktechnischen Eigenschaften des Mobilfunknetzes können nur stichprobenartig erhoben werden. Zudem belasten die mit Versorgungsmeßsystemen durchgeführten Messungen durch zusätzliche Verkehrslast das Netz und entsprechend geringer ist die Zahl der verfügbaren Sprach- oder Datenkanäle für den Netzteilnehmerverkehr. Die an der Luftschnittstelle vorliegenden und mit einem Versorgungsmeßsystem aufgezeichneten Meßwerte beinhalten ausschließlich Informationen über die Downlink-Senderichtung, d. h. eine meßtechnische Bewertung der Funkübertragungsstrecke wird nur für die Senderichtung Basisstation \rightarrow Mobilstation vorgenommen. Im übrigen ist die genaue Ortszuordnung von der Verfügbarkeit des GPS Systems oder anderer Hilfssysteme zur Navigation abhängig.

Die Meßergebnisse an der netzseitigen Schnittstelle enthalten zusätzlich die auf die Uplink-Senderichtung (Mobilstation \rightarrow Basisstation) bezogenen, von der Basisstation bereitgestellten Meßergebnisse. Messungen an der netzseitigen Schnittstelle lassen darüber hinaus durch die Aufzeichnung von Massendaten statistische Untersuchungen bezogen auf das Gebiet einer Funkzelle zu, da an ihr Meßwerte zu allen aktiven Teilnehmern innerhalb der Zelle während des Meßzeitraums aufgezeichnet werden können. Eine Ortszuordnung der Meßergebnisse ist jedoch lediglich auf die Aussage "Meßwerte innerhalb der betrachteten Funkzelle aufgetreten" beschränkt, eine exakte Ortszuordnung der Meßergebnisse ist nicht möglich. Die gewonnenen Meßergebnisse beziehen sich als Mittelwert auf die gesamte Versorgungsfläche der betrachteten Zelle. Für die an der netzseitigen Schnittstelle verfügbaren Massendaten sind z.Zt. keine statistischen Analysen bezogen auf einzelne Flächenelemente möglich, deren Ausdehnung wesentlich kleiner als der Versorgungsbereich der betrachteten Zelle ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ortszuordnung von Meßdaten ausgewählter Funkkenngrößen eines zellularen Funknetzes, insbesondere eines digitalen Mobilfunknetzes, vorzugsweise nach dem GSM-Standard, bereitzustellen, das die genannten Nachteile behebt. Ebenso beansprucht wird ein Verfahren zur Ortsermittlung in einem zellularen Funknetz.

Der Erfindungsgedanke der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander. Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung, offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren macht in vorteilhafter Weise den Einsatz mobiler Versorgungsmeßsysteme in dem zu vermessenden Teilnetz entbehrlich, da die Erfassung der Meßdaten auf der netzseitigen Schnittstelle der ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen erfolgt. Durch die Anwendung eines Ortsermittlungsverfahrens ist eine Ortszuordnung der erfaßten Meßdaten möglich, wobei das Verfahren allein auf bestimmaren Größen des Funknetzes beruht und ohne weitere Ortsbestimmungseinrichtungen auskommt.

Es ist vorgesehen, daß die Messung zumindest eines Teils der Funkkenngrößen auf der Luftschnittstelle des zellularen Funknetzes erfolgt. Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht hierzu vor, daß die Messungen der Funkkenngrößen durch ein mobiles Endgerät durchgeführt werden. Durch ein in Betrieb befindliches mobiles Endgerät werden i.d.R. bei Normalbetrieb laufend gewisse Funkkenngrößen ermittelt. Diese bereits im Funknetz vorliegenden Informationen sowie mögliche weitere, vom Endgerät zu bestimmende Meßwerte von Funkkenngrößen, können somit als Eingangsgrößen eines Ortszuordnungsverfahrens genutzt werden. Ein zusätzlicher Aufwand an Meßgeräten für auf der Luftschnittstelle zu ermittelnde Meßwerte entfällt.

Als aussagekräftige Funkkenngrößen können Sende- und/oder Empfangsparameter von ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen und/oder von mobilen Endgeräten bestimmt werden. Hieraus lassen sich insbesondere Aussagen über Handover-Verhalten bzw. Leistungsregulierung im Netz treffen.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß zur Erfassung der Meßdaten auf der netzseitigen Schnittstelle eine Analyse von Funkprotokollen sowie eine Selektierung von Funkverbindungen erfolgt. Die

Meßdaten können weiter aus den ohnehin von Seiten der Netzteilnehmer bestehenden Funkverbindungen gewonnen werden. Eine zusätzliche Verkehrslast im Funknetz wird durch dieses Verfahren zur Erfassung der Meßdaten vermieden und die im Netz vorliegende Informationen können effektiver zur Charakterisierung des Netzes genutzt werden.

Beansprucht wird weiter ein Verfahren zur Ortsermittlung in einem zellularen Funknetz, das mindestens die 5
Verfahrensschritte

- Bestimmung von Signallaufzeiten in dem zellularen Funknetz,
- Bestimmung von Sendeparametern mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und
- Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter 10

beinhaltet. Ein solches Verfahren ist im Rahmen der beschriebenen Ortszuordnung von Meßwerten nach Anspruch 1 einsetzbar. Vorteilhaft ist hierbei, daß das Verfahren ausschließlich auf bestimmbar Größen des zellularen Funknetzes beruht. Zusätzliche Einrichtungen wie GPS-Empfänger o. ä. werden für eine Ortsermittlung nicht benötigt. Somit bietet die Erfindung eine einfache und dadurch i.d.R. kostengünstige Lösung zur 15
Ortsermittlung.

In einer Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Signallaufzeiten zu dem zu ermittelnden Ort und/oder die Sendeparameter am zu ermittelnden Ort des zellularen Funknetzes bestimmt. Dafür kann insbesondere vorgesehen werden, daß die Bestimmung durch ein Endgerät des zellularen Funknetzes erfolgt, was wiederum einen weiteren Aufwand an Meßgerät entbehrlich macht. Für eine ständige Aktualisierung der 20
Meßwerte kann die Bestimmung fortlaufend in äquidistanten Zeitschritten erfolgen.

Vorteilhaft ist, als Sendeparameter die jeweiligen Empfangsleistungen am zu ermittelnden Ort für ortsfeste Sende- und Empfangsstationen, die für diesen Ort betrachtet werden, zu bestimmen. Da gerade diese Werte normalerweise ohnehin laufend durch Endgeräte des Funknetzes bestimmt werden, ist praktisch kein zusätzlicher Aufwand nötig. 25

Um eine möglichst detaillierte Prädiktion der Sendeparameter zu erhalten, ist vorgesehen, daß die Prädiktion für jedes Flächenelement des zu betrachtenden Gebietes durchgeführt wird. Die Größe der Flächenelemente ist dabei jeweils vom Netzbetreiber vorgebar. 30

Als betrachtet Signallaufzeiten lassen sich die Laufzeiten der Sendesignale zwischen mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und einem Endgerät heranziehen, die ebenfalls als Information in der Regel dem Netz bereits vorliegen oder zumindest leicht zugänglich sind. 35

Ausgehend von den bestimmten Signallaufzeiten ist einer von mehreren Ortsermittlungsschritten durchführbar. Dabei läßt sich der zu bestimmende Ort im Funknetz normalerweise bereits jeweils auf einen Kreisring (bedingt durch eine gewisse Unsicherheit der Laufzeiten) um jede betrachtete Sende- und Empfangseinrichtung eingrenzen. 40

Weiter kann aus einem Vergleich der bestimmten Sendeparameter mit der Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter ein Ortsermittlungsschritt stattfinden. So ist bei guter Übereinstimmung von gemessenen Werten für Sendeparameter mit den prädierten Werten eines Flächenelements die Wahrscheinlichkeit hoch, daß die gemessenen Werte in eben diesem Flächenelement gemessen wurden. Für quantitative Aussagen über die Vergleichsergebnisse bietet sich an, dem Vergleich eine Berechnung der Korrelation der bestimmten 45
Sendeparameter mit der Prädiktion der Sendeparameter zugrunde zu legen.

Für eine ausreichende Genauigkeit der Ortsermittlung ist die Kombination mehrerer Ortsermittlungsschritte vorgesehen, wobei mindestens die beiden hier beschriebenen Schritte Anwendung finden. Schließlich können zur Verfeinerung der Ortsermittlung weitere Schritte vorgesehen sein, wie Interpolationsverfahren bei der 50
Prädiktion der Sendeparameter und/oder zeitliche Mittelung der für jeden Zeitschritt ermittelten Ortsposition.

Ein spezielles Beispiel wird anhand der folgenden Beschreibung sowie der Fig. 1 und 2 unter Betrachtung eines Mobilfunknetzes nach dem GSM-Standard erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Darstellung der Ortsermittlung in einem Teilbereich des zellularen Funknetzes,

Fig. 2 Schematischer Ablauf des Ortszuordnungsverfahrens.

Innerhalb eines Mobilfunknetzes nach GSM (d. h. in Deutschland die Mobilfunknetze D1, D2 und E) mißt jede Mobilstation während einer bestehenden Verbindung u. a. die Empfangsleistungen am Empfangsort 24 der Server-Basisstation 20 und der maximal sechs stärksten Nachbar-Basisstationen 21, 22, 23. Zur eindeutigen Zuordnung der gemessenen Empfangsleistung zu einer bestimmten Nachbarstation wird die gemessene Empfangsleistung mit der BCCH (broadcast channel) Frequenz — kodiert als ganze Zahl im Bereich 0 bis 127 — und der BSIC (base station identification code) — ganze Zahl im Bereich 0 bis 31 — versehen. Für die Server-Basisstation 20 wird zusätzlich der TA (timing advance) Wert und die aktuelle Leistungsreduktionsstufe der Server-Basisstation 20 ermittelt. Neben anderen werden diese Meßergebnisse an die Server-Basisstation 20 übertragen (Downlink Daten) und liegen dann auch an der A_{BIS} Schnittstelle der Server-Basisstation 20 vor. Die Empfangsleistungen werden dabei als RXLEV Werte gemäß GSM als ganze Zahl im Bereich 0 bis 63 repräsentiert und 60
übertragen.

Auf der Grundlage dieser sowie weiterer Messungen werden basisstationsseitig Entscheidungen über eine vorzunehmende Leistungsreduzierung (powercontrol) oder das Weiterreichen an eine andere Basisstation (handover) getroffen. Neue, aktualisierte Meßwerte fallen dabei im zeitlichen Abstand von 480 msec an. Für jeden Zeitschritt i , $i = 0, 1, 2, \dots, E$, werden nun die am Empfangsort 24 gemessenen Empfangsleistungen zu einem Vektor $\vec{M}(i \cdot T)$, $T = 480 \text{ msec}$, mit den Komponenten $m_n(i)$, $n = 0, 1, 2, \dots, N$, zusammengefaßt. 65
Vereinbarungsgemäß repräsentiert die Vektorkomponente $m_0(i)$ die um die basisstationsseitig eingestellte Leistungsreduktionsstufe korrigierte Empfangsleistung der Server-Basisstation 20; d. h. im folgenden wird die Empfangsleistung betrachtet und weiterverarbeitet, die sich am Empfangsort 24 ergäbe, wenn die Server-Basis-

tation 20 mit maximal möglicher Ausgangsleistung senden würde.

Die Vektorkomponenten $m_n(i)$ für $n = 1, 2, 3, \dots, N$ berücksichtigen die momentanen Empfangsleistungen der Nachbarzellen. Aus der in die betrachtete Basisstation eingebrachten Nachbarschaftsliste, in der alle Nachbarstationen 21, 22, 23 inklusive ihrer BSIC und BCCH Frequenz eingetragen sind, ergibt sich die Festlegung welche Komponente n , $n = 1, 2, 3, \dots, N$, welche Basisstation repräsentiert. Nach GSM ist die maximale Anzahl von Nachbarzellen auf $N=32$ festgelegt.

Da die Mobilstation für jeden Zeitschritt die Empfangsleistungen für maximal 6 Nachbarstationen ermittelt, werden maximal 7 Komponenten (1 Komponente für Server-, max. 6 für Nachbar-Stationen) des Vektors $\vec{M}(i \cdot T)$ pro Zeitschritt i aktualisiert. Für die Nachbarstationen 21, 22, 23 der Nachbarschaftsliste, für die im aktuellen Zeitschritt keine Meßwerte der Empfangsleistung am Ort 24 der Mobilstation vorliegen, wird die entsprechende Komponente des Vektors $\vec{M}(i \cdot T)$ zu Null gesetzt.

Durch Anwendung dieser Vorgehensweise werden die Vektoren $\vec{M}(i \cdot T)$ für jeden Zeitschritt i , $i = 0, 1, 2, \dots, E$, vom Beginn ($i=0$) bis zum Ende ($i=E$) ermittelt und fortlaufend in eine im folgenden als Meßvektordatei bezeichneten Datei gespeichert. Bei Bedarf werden die einzelnen Meßvektoren um weitere Meßergebnisse, die für den dem Meßvektor zugrunde liegenden Zeitschritt an A_{bis} vorliegen, ergänzt und stehen somit ebenfalls für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Beispiele weiterer Meßgrößen sind die aktuellen RXQUAL Werte für Up- und Downlinkrichtung, MS- und BS-Reduktionsstufe, usw. oder Signalisierungsereignisse.

Unabhängig von der beschriebenen Aufbereitung der Meßwerte der Schnittstelle A_{bis} und fortlaufenden Speicherung derselben in der Meßvektordatei erfolgt die Erzeugung einer im folgenden als Prädiktionsvektordatei bezeichneten Datei. Zur Erzeugung dieser Datei wird ausgehend von einem Planungswerkzeug eine Prädiktion der zu erwartenden Empfangsleistungen für jedes Flächenelement 26 eines vordefinierten Rasters 25 innerhalb des betrachteten Zellgebietes zuzüglich eines Randstreifens, der das Zellgebiet umschließt, vorgenommen. Dabei wird die Prädiktion der zu erwartenden Empfangsleistungen (Medianwerte) für jedes Flächenelement 26 sowohl für die Server-Basisstation 20, als auch für alle Nachbarstationen 21, 22, 23 entsprechend der Nachbarschaftsliste durchgeführt.

Die für jedes Flächenelement 26 ermittelten Prädiktionswerte werden unter Angabe der Koordinatenlage des Flächenelementes 26 als Vektoren $\vec{P}(x,y)$ fortlaufend in einer Datei, der Prädiktionsvektordatei, abgespeichert. Die Vektorkomponenten $p_n(x,y)$ für $n = 0, 1, 2, 3, \dots, N$ repräsentieren dabei die Medianwerte der als RXLEV Werte dargestellten Empfangsleistungen am Ort (x,y) der Server- und Nachbarbasisstationen 20, 21, 22, 23. Die Ausdehnung eines Flächenelementes 26 beträgt dabei für ein typisches Planungswerkzeug $5'' \times 5''$ (bezogen auf die Breitengradlage der Bundesrepublik entspricht dies einer Ausdehnung von ca. 100 m \times 150 m).

Ausgehend von den beiden nun zur Verfügung stehenden Dateien, Meßvektor- und Prädiktionsvektordatei, wird die Ortszuordnung vorgenommen. Beginnend mit dem ersten Meßvektor ($i=0$) der Meßvektordatei wird aus dem TA Wert ein Kreisring 27 um die Serverbasisstation bestimmt, innerhalb dessen der zu diesem Meßvektor gehörige Ort liegt. Unter Berücksichtigung der Genauigkeit der TA Messung ist der Kreisring 27 durch einen äußeren Kreis mit Radius $R_a(i)$ und einen inneren Kreis mit Radius $R_i(i)$ um den Ort der Serverbasisstation festgelegt. In Fig. 1 ist schematisch der Versorgungsbereich und die sich durch ein bestimmtes TA ergebenden Kreise mit den Radien R_a und R_i dargestellt. Für alle Flächenelemente 26 der Prädiktionsvektordatei innerhalb dieses Kreisrings 27 wird als Ähnlichkeitsmaß zwischen Prädiktionsvektor und Meßvektor zum Zeitpunkt i der Korrelationskoeffizient

$$(1) \quad \rho(x, y, i) = \frac{\sum_{n=0}^N (p_n(x, y) - \bar{p}(x, y))(m_n(i) - \bar{m}(i))}{\sqrt{\sum_{n=0}^N (p_n(x, y) - \bar{p}(x, y))^2 \sum_{n=0}^N (m_n(i) - \bar{m}(i))^2}},$$

$$\text{für} \quad R_i(i)^2 \leq (x^2 + y^2) \leq R_a(i)^2$$

mit

$$(2) \quad R_i(i) = (TA(i) - 1) \cdot 553 \text{ m}; \quad R_a(i) = (TA(i) + 2) \cdot 553 \text{ m},$$

wobei ferner

$$(3) \quad p(x, y, i) \in [-1; 1]$$

gilt, berechnet. Hierin bezeichnet $\bar{p}(x,y)$ den Mittelwert der prädizierten Empfangsleistungen über die Server- und alle Nachbarbasisstationen 20, 21, 22, 23 am Ort (x,y) ; d. h. es gilt

$$(4) \quad \bar{p}(x, y) = \frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N p_n(x, y).$$

äquivalent bezeichnet $\bar{m}(i)$ den Mittelwert aller im Zeitschritt i gemessenen Empfangsleistungen, also

$$(5) \quad \bar{m}(i) = \frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N m_n(i).$$

Sind für alle Flächenelemente 26 mit den Ortslagen (x,y) innerhalb des durch $R_A(i)$ und $R_i(i)$ gegebenen Kreisrings 27 mit $R_A(i)^2 \geq (x^2 + y^2) \geq R_i(i)^2$ die Korrelationskoeffizienten $p(x,y,i)$ gemäß Gleichungen (1) bis (5) berechnet, so wird dem Meßvektor $\vec{M}(i \cdot T)$ im Zeitschritt i der Ort (x,y) zugewiesen, für den der Betrag des entsprechenden Korrelationskoeffizienten $|p|$ aus der Menge aller für diesen Zeitschritt berechneten Korrelationskoeffizienten maximal ist. Diese Zuordnung folgt aus der Tatsache heraus, daß der Prädiktionsvektor mit dem betragsmäßig höchsten Korrelationskoeffizienten, die größte Ähnlichkeit mit dem entsprechenden Meßvektor aufweist. Somit ist der Meßvektor mit größter Wahrscheinlichkeit aus dem dem entsprechenden Prädiktionsvektor zugeordneten Flächenelement 26 hervorgegangen.

Durch wiederholte Anwendung der zuvor beschriebenen Schritte für alle Meßvektoren $\vec{M}(i \cdot T)$ aller Zeitschritte i erhält man die gewünschte Ortszuordnung für jeden Meßvektor eines Calls.

Aufgrund der begrenzten Meßgenauigkeit bei der Messung der Empfangsleistungen durch die Mobilstation einerseits und der Prädiktion bezogen auf Flächenelemente 26 endlicher Ausdehnung (Medianwerte) bzw. Prädiktionsfehlern andererseits ergeben sich Fehler bei der so vorgenommenen Ortszuordnung, die sich als Streuung zeitlich aufeinander folgender prädizierter Orte um den wahren Ort herum bemerkbar machen. Zur Verfeinerung der Ortszuordnung nach dem beschriebenen neuen Verfahren bieten sich deshalb weitere Modifikationen an:

- Anwendung von Interpolationsverfahren bei der Generierung der Prädiktionsvektordatei zur Gewinnung einer verfeinerten Ortsauflösung der Prädiktionsvektoren.
- Zusammenfassen zeitlich aufeinander folgender, prädizierter Orte zu einem "mittleren" Ort: z. B. gleitende Mittelwertbildung in x- und y-Richtung, adaptive Tiefpaßfilterverfahren oder Medianfilterung mit oder ohne Gewichtung durch die jeweilig ermittelten Korrelationskoeffizienten.

Daneben kann durch eine stärkere Gewichtung hoher Empfangsleistungen bzw. hoher Prädiktionsleistungen in Gleichung (1) der Einfluß von Prädiktionsfehlern vermindert werden. Dies ergibt sich daraus, daß kleine Empfangsleistungen üblicherweise auf Ausbreitungspfade mit vielen Beugungs- und Reflexionspunkten zurück zu führen sind, deren einzelne Modellierungsfehler sich zu einem Gesamtprädiktionsfehler addieren. Hohe prädizierte Empfangsleistungen gehen i.d.R. auf Ausbreitungspfade mit einigen wenigen Beugungs- und Reflexionspunkten zurück, so daß eine geringere Anzahl von Einzelfehlern in den Gesamtprädiktionsfehler eingeht.

Durchführung der Ortszuordnung

Die Durchführung der Ortszuordnung mit dem neuen Verfahren ist in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Die an der Schnittstelle Abis 1 vorliegenden Meßwerte werden mit einem Protokollanalyser 2 aufgezeichnet und für einen gewünschten Betrachtungszeitraum in einer Datei 3 gespeichert. Aus dieser Datei werden ein oder mehrere Calls mit einem Softwarewerkzeug 4 selektiert und sortiert in die Meßvektordatei 5 ausgegeben.

Aus dem OMC (Operation and Maintenance Controller) 6 wird die Nachbarschaftsliste der Server-Basisstation 20 ermittelt und in einer Datei 7 abgelegt. Mit Hilfe der Nachbarschaftsliste 7, den Standort- und Stationsdaten 8 sowie Höhen- und Landnutzungsdaten 9 werden mit einem Feldstärkeprädiktionswerkzeug 10 die Prädiktionsdateien 11, die die prädizierten Empfangsleistungen für Server- und Nachbar-Stationen 20, 21, 22, 23 für jedes Flächenelement 26 im betrachteten Gebiet enthalten, erzeugt. In einem softwaregestützten Verfahrensschritt 12 werden die einzelnen Prädiktionsdateien 11 gemäß der Nachbarschaftsliste 7 zur Prädiktionsvektordatei 13 zusammengefaßt.

Ausgehend von der nun zur Verfügung stehenden Meßvektordatei 5 und der Prädiktionsvektordatei 13 werden mit einem Softwarewerkzeug 14 den einzelnen Meßvektoren der Meßvektordatei 5 Orte zugewiesen. Die Ortszuordnung erfolgt für jeden Meßvektor gemäß dem oben beschriebenen Verfahren. Nach erfolgten Ortszuordnung werden die Meßvektoren ergänzt um die Orte in einer Datei 15 gespeichert.

Ausgehend von dieser Datei kann eine kartographische Visualisierung der Ergebnisse mit einem Visualisierungswerkzeug 16 erfolgen. Günstigerweise kann als Visualisierungswerkzeug 16 wieder ein Planungswerkzeug verwendet werden, da hier die benötigte Graphikfunktionalität inklusive weiterer Hintergrunddaten (z. B. digitalisierte Landkarten, Höhendaten, usw.) zur Verfügung steht.

Weitere Anwendungen entstehen durch mehrmalige Anwendung des beschriebenen Verfahrens. Beispielsweise können Statistikzähler auf einzelne Flächenelemente angewandt werden, um z. B. Problembereiche bei der Versorgung genau zu lokalisieren. Weiter können Orte hoher Verkehrslast dadurch ausgewiesen werden, daß eine Häufung von Ortszuordnungen auf bestimmte Flächenelemente 26 auftritt.

Eine weitere Anwendung des neuen Verfahrens ergibt sich, wenn zeitgleich nicht nur eine Ortszuordnung der Abis Daten einer Server-Basisstation 20 in der beschriebenen Art erfolgt, sondern die beschriebene Ortszuordnung auch für eine oder mehrere Nachbarstationen 21, 22, 23 durchgeführt wird. Eine Untersuchung von Hand-overalgorithmen wird ermöglicht und die wirksamen Zellgrenzen können ermittelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortszuordnung von Meßdaten ausgewählter Funkkenngrößen eines zellularen Funknetzes

mit mindestens mehreren ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Meßdaten auf der netzseitigen Schnittstelle der ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen erfolgt und daß die Ortszuordnung der Meßdaten mittels eines Ortsermittlungsverfahrens erfolgt, das folgende Verfahrensschritte beinhaltet

- eine Bestimmung von Signallaufzeiten in dem zellularen Funknetz,
 - eine Bestimmung von Sendeparametern mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und
 - eine Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen zumindest eines Teils der Funkkenngößen auf der Luftschnittstelle des zellularen Funknetzes erfolgen.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen zumindest eines Teils der Funkkenngößen durch ein mobiles Endgerät des zellularen Funknetzes durchgeführt werden.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als ausgewählte Funkkenngößen Sende- und/oder Empfangsparameter von ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen und/oder von mobilen Endgeräten des zellularen Funknetzes bestimmt werden.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung der Meßdaten auf der netzseitigen Schnittstelle eine Analyse von Funkprotokollen sowie eine Selektierung von Funkverbindungen erfolgt.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßdaten aus Funkverbindungen der Teilnehmer des zellularen Funknetzes entnommen werden.
 7. Verfahren zur Ortsermittlung in einem zellularen Funknetz mit mindestens mehreren ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß das Ortsermittlungsverfahren mindestens folgende Verfahrensschritte beinhaltet
 - eine Bestimmung von Signallaufzeiten in dem zellularen Funknetz,
 - eine Bestimmung von Sendeparametern mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und
 - eine Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bestimmung der Signallaufzeiten zu dem zu ermittelnden Ort und/oder der Sendeparameter am zu ermittelnden Ort des zellularen Funknetzes durchgeführt wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signallaufzeiten und/oder die Sendeparameter durch ein Endgerät des zellularen Mobilfunknetzes bestimmt werden.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Bestimmung von Signallaufzeiten und/oder die Bestimmung von Sendeparametern fortlaufend in äquidistanten Zeitschritten erfolgt.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Sendeparameter die jeweiligen Empfangsleistungen am zu ermittelnden Ort der für diesen Ort betrachteten ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtungen bestimmt werden.
 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prädiktion der Sendeparameter für jedes Flächenelement des zu betrachtenden Gebietes des zellularen Funknetzes durchgeführt wird.
 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Signallaufzeiten die Laufzeiten der Sendesignale zwischen mindestens einer ortsfesten Sende- und Empfangseinrichtung und einem Endgerät am zu ermittelnden Ort des zellularen Funknetzes bestimmt werden.
 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von den bestimmten Signallaufzeiten einer von mehreren Ortsermittlungsschritten für den zu ermittelnden Ort durchgeführt wird.
 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Vergleich der bestimmten Sendeparameter mit der Prädiktion der zu bestimmenden Sendeparameter erfolgt und ausgehend von dem Vergleichsergebnis einer von mehreren Ortsermittlungsschritten durchgeführt wird.
 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich auf der Berechnung der Korrelation der bestimmten Sendeparameter mit der Prädiktion der Sendeparameter beruht.
 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein weiterer Schritt zur Verfeinerung der Ortsermittlung vorgesehen ist, insbesondere basierend auf Interpolationsverfahren bei der Prädiktion der Sendeparameter und/oder auf zeitlicher Mittelung der ermittelten Ortspositionen.
 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zellulare Funknetz ein digitales Mobilfunknetz, vorzugsweise nach dem GSM-Standard, ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

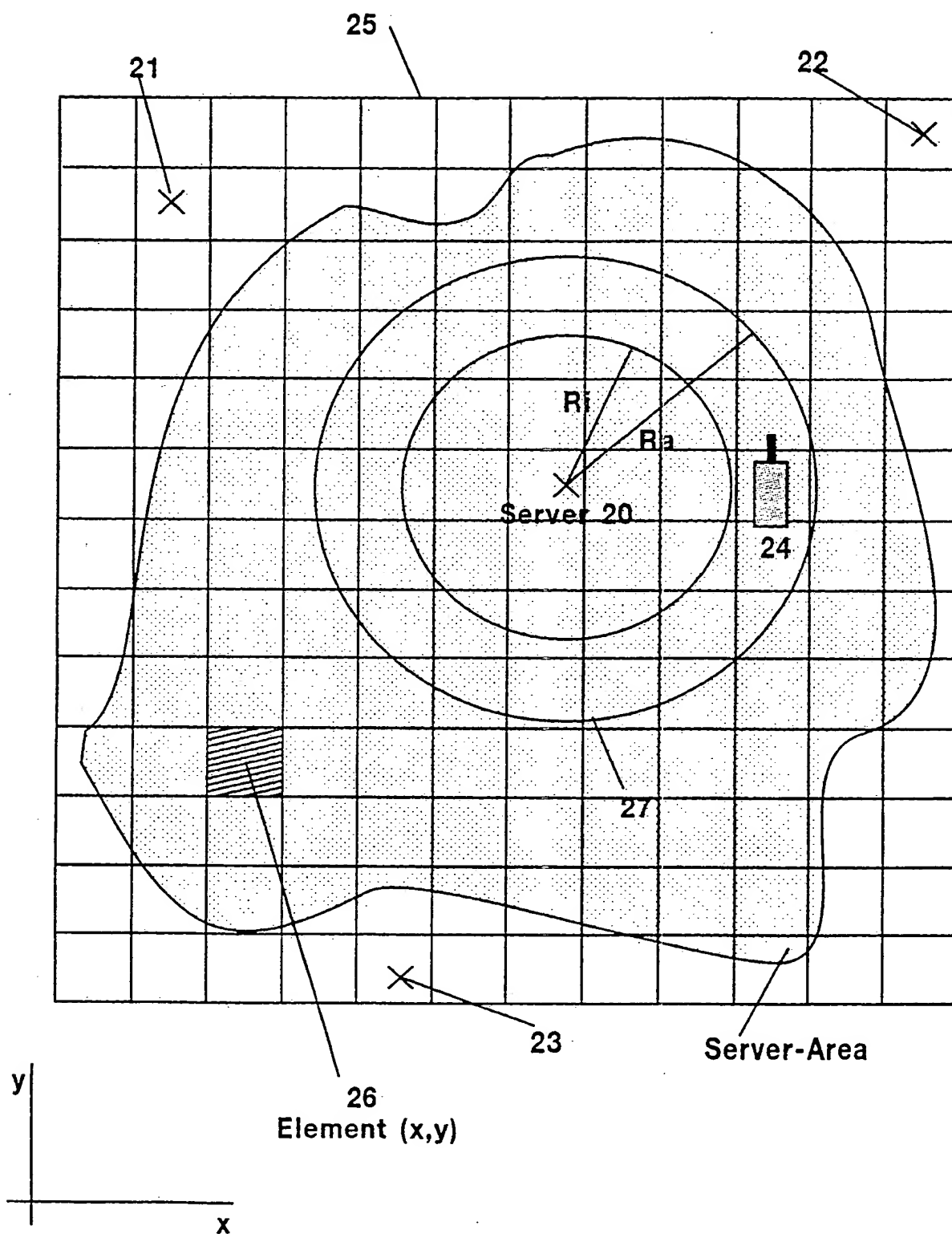


Fig. 1

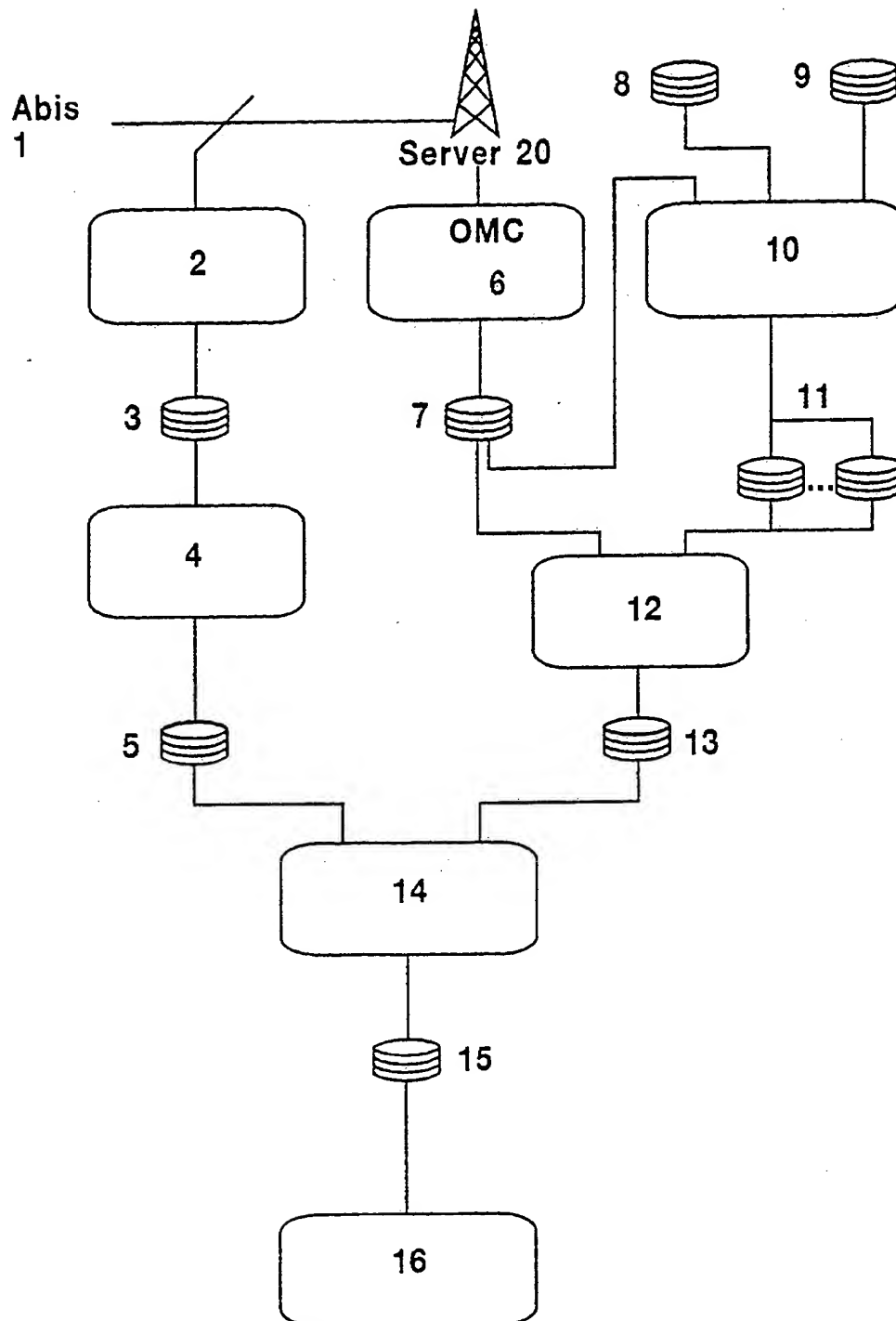


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)